

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

10/549612

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. September 2004 (30.09.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/083611 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F01L 13/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/002758

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. März 2004 (17.03.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 12 581.7 21. März 2003 (21.03.2003) DE
103 12 582.5 21. März 2003 (21.03.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DENGLER, Stefan
[DE/DE]; Am Güssgraben 19, 85055 Ingolstadt (DE).

(74) Anwalt: MADER, Wilfried; Audi AG, Abt. N/EK-7
Postfach 1144, 74148 Neckarsulm (DE).

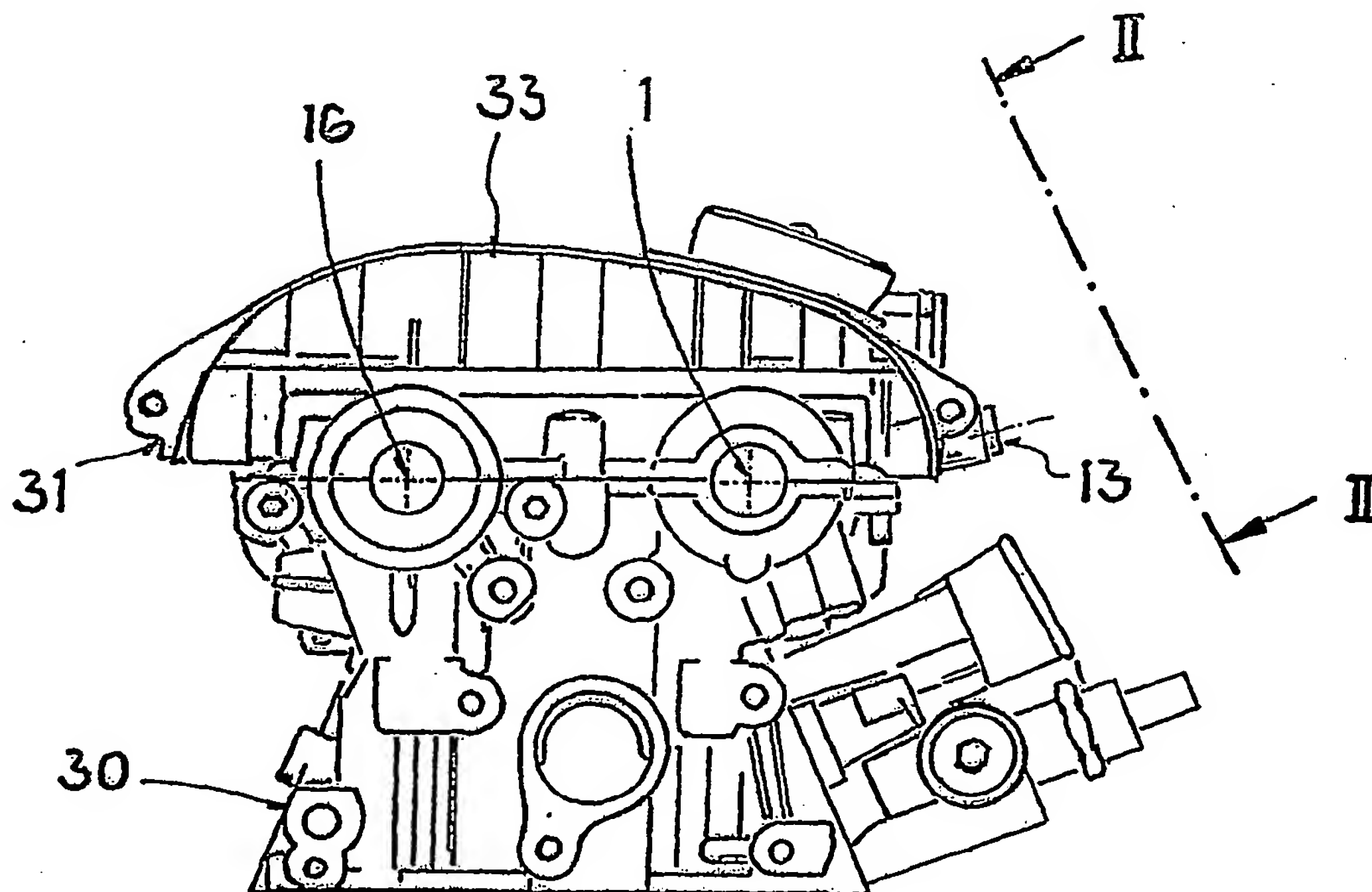
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VALVE DRIVE OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE COMPRISING A CYLINDER HEAD

(54) Bezeichnung: VENTILTRIEB EINER EINEN ZYLINDERKOPF AUFWEISENDEN BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a valve drive of an internal combustion engine, comprising at least one camshaft whereon at least one cam carrier is arranged in a rotationally fixed and axially displaceable manner. Means for applying axial tension are formed between the at least one camshaft and the at least one cam support, thereby enabling the at least one cam support to be fixed in an axial manner.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/083611 A1



TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

Erklärung gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ.

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Der Erfindung betrifft einen Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit mindestens einer Nockenwelle, auf der drehfest und axial verschiebbar mindestens ein Nockenträger angeordnet ist, bei dem zwischen der mindestens einen Nockenwelle und dem mindestens einen Nockenträger Mittel zum Aufbringen einer axialen Spannkraft ausgebildet sind, durch welche der mindestens eine Nockenträger axial fixiert ist.

5/10

JCO5 Rec'd CT/PTD 20 SEP 2005

5

Ventiltrieb einer einen Zylinderkopf aufweisenden Brennkraftmaschine

10 Die Erfindung betrifft einen Ventiltrieb einer einen Zylinderkopf aufweisenden Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Zur Verbesserung der thermodynamischen Eigenschaften von Brennkraftmaschinen sind mechanische Vorrichtungen bekannt, die das Arbeitsspiel des Ventiltriebes beeinflussen und beispielsweise eine drehzahlabhängige Veränderung
15 der Öffnungszeiten oder des Hubes der Gaswechselventile ermöglichen.

Aus der Druckschrift DE 42 30 877 ist eine derartige Vorrichtung bekannt, bei der ein Nockenträger drehfest und axial verschiebbar auf einer Grundnockenwelle angeordnet ist. Das Nockenträger besteht dabei aus einem rohrförmigen Material, auf dem mindestens ein Nocken angeordnet ist, bei dem aus einem
20 gemeinsamen Grundkreis axial versetzt mehrere unterschiedliche Nockenlaufbahnen hervorgehen. Durch das axiale Verschieben des Nockenstückes auf der Grundnockenwelle kann ein Gaswechselventil durch die unterschiedlich geformten Nockenlaufbahnen betätigt werden, wobei sich die Nockenlaufbahnen in der Hubkontur und/oder in der Phasenlage unterscheiden.

25 Eine vorteilhafte Vorrichtung zum axialen Verschieben eines Nockenträgers ist aus der Druckschrift EP 0 798 451 bekannt, wonach zu beiden Seiten des Nockenträgers ein Schneckentrieb ausgebildet ist, der als Vertiefung eine Kurvenbahn aufweist, in die zum axialen Verschieben des Nockenträgers ein Stellglied eingreifen kann.

30 Damit ein Nockenträger auf der Grundnockenwelle in der Position verbleibt, in die er durch das Eingreifen des Stellgliedes in den Schneckentrieb verschoben wurde, ist eine Rastvorrichtung vorgesehen, die aus einem in der Grundnockenwelle angeordneten Rastmittel besteht, das in Rastrillen eingreift, die in dem Nockenträger ausgearbeitet sind. Entsprechend den drei Nockenlaufbahnen, die

an einem Nocken ausgebildet sind, werden in dem Nockenträger drei Rastrillen ausgearbeitet.

Der wesentliche Nachteil dieser nockenwellenzentrierten Anordnung der Rastvorrichtung besteht darin, dass die Grundnockenwellen und der Zylinderkopf der Brennkraftmaschine häufig aus verschiedenen Werkstoffen mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten gefertigt werden. Dadurch wird die nockenwellenzentrierte Rastvorrichtung entweder bei kalter oder bei betriebswarmer Brennkraftmaschine nicht exakt rasten. Dieser Effekt kann durch Ungenauigkeiten in Herstellung, Montage oder betriebsbedingter Art soweit verstärkt werden, dass zuverlässiger Betrieb der Brennkraftmaschine nicht möglich ist.

Eine zylinderkopfzentrierte Rastvorrichtung für eine Grundnockenwelle mit axial verschiebbaren Nockenträgern ist aus der Druckschrift DE 101 48 243 bekannt, wobei die Lagerung der Grundnockenwelle im Zylinderkopf der Brennkraftmaschine durch mindestens einen den Nockenträger umfassendes Nockenwellenlager erfolgt.

Die Rastvorrichtung besteht aus einem in dem Nockenwellenlager angeordneten Rastmittel, das in Rastrillen eingreift, die in den Nockenträger ausgearbeitet sind. Bei einem Nockenträger mit zwei Nocken, die jeweils zwei Nockenlaufbahnen aufweisen, sind in dem Nockenträger zwei axial benachbarte Rastrillen erforderlich, in die das Rastmittel eingreift.

Der wesentliche Nachteil dieser zylinderkopfzentrierten Rastvorrichtung besteht in dem hohen Verschleiß, der in dem Nockenwellenlager entsteht, da ein wesentlicher Teil der Lagergleitflächen für die Rastrillen aufgewendet wird. Zudem werden die Grundnockenwelle und die Nockenträger durch die Rastmittel zu einer Seite des Nockenwellenlagers verschoben. Dabei benötigen Rastvorrichtung einen gute Schmiermittelversorgung, die über die passgenauen und häufig polierten Lagergleitflächen nicht zu gewährleisten ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Ventiltrieb gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 zu schaffen, bei dem die Nockenträger nach dem Verschieben unabhängig von thermischen Einflüssen zuverlässig in ihrer Position gehalten werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale in den Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst, wonach eine erste axiale Position des Nockenträgers dadurch definiert ist, dass eine erste nockenträgerfeste Anschlagfläche

an einer ersten zylinderkopffesten Anschlagfläche anliegt.

Entsprechend ist eine zweite axiale Position des Nockenträgers dadurch definiert, dass eine zweite nockenträgerfeste Anschlagfläche an einer zweiten zylinderkopffesten Anschlagfläche anliegt.

5 Dabei ist vorgesehen, dass zwischen der Grundnockenwelle und dem mindestens einen Nockenträger Mittel zum Aufbringen einer axialen Spannkraft ausgebildet sind. Diese Spannkraft ist so gerichtet, dass der Nockenträger in der ersten axialen Position auch in die Richtung dieser ersten axialen Position verschoben wird. Ebenso wird der Nockenträger in der zweiten axialen Position auch in
10 die Richtung dieser zweiten axialen Position verschoben. Diese Spannkraft ist dabei wirksam unabhängig von thermisch bedingten Ausdehnungseffekten des Ventiltriebs.

15 Dabei ist vorgesehen, dass die erste nockenträgerfeste axiale Anschlagfläche und die zweite nockenträgerfeste Anschlagfläche Seitenflächen des mindestens einen Nockens des Nockenträgers sind.

Die erste zylinderkopffeste Anschlagfläche und die zweite zylinderkopffeste Anschlagfläche sind Seitenflächen des mindestens einen den Nockenträger umfassenden Nockenwellenlagers.

20 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Mittel zum Aufbringen einer axialen Spannkraft von der Grundnockenwelle auf den Nockenträger als Rastvorrichtung ausgebildet ist.

25 Die Rastvorrichtung weist ein in der Nockenwelle angeordnetes, in radialer Richtung beweglich gelagertes Rastmittel auf, wobei das Rastmittel durch eine Kraft in radialer Richtung nach außen vorzugsweise gegen die Innenfläche des Nockenträgers gedrückt wird. Entsprechend sind an der Innenseite des Nockenträgers mindestens zwei umlaufende und axial beabstandet Rastrillen ausgebildet, wobei die Rastrillen näherungsweise v-förmig im Nockenträger ausgebildet sind, und wodurch beide Seiten der Rastrille für das Rastmittel eine Rampe bilden. Dabei könnten die Rastrillen grundsätzlich auch in der Grundnockenwelle ausgebildet sein, wobei die Rastvorrichtung in dem Nockenträger angeordnet wäre.
30

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die radial gerichtete Kraft die Rückstellkraft eines Federelementes ist.

In einer nächsten vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Arretiermittel ein Arretierbolzen ist, wobei die den Rastrillen zugewandte Seite des Arretierbolzens abgerundet ist.

5 In einer alternativen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Arretiermittel eine Arretierkugel ist.

In einer letzten vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass auf der mindestens einen Grundnockenwelle für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine ein Nockenträger angeordnet ist.

10 Im folgenden ist ein erfindungsgemäßer Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine anhand von einem Ausführungsbeispiel im Zusammenhang mit sieben Figuren dargestellt und erläutert.

Fig. 1 Seitenansicht eines erfindungsgemäßen vierzylindrigen Verbrennungsmotors;

15

Fig. 2 Darstellung des Verbrennungsmotors von Fig. 1 in Ansicht II-II von Fig.1;

20

Fig. 3 Perspektivische Darstellung der im Verbrennungsmotor der Fig.1 und Fig. 2 eingebauten Nockenwellen mit abgenommener Zylinderkopfhaube

Fig. 4 Darstellung einer der beiden Nockenwellen im ausgebauten Zustand;

25

Fig. 5 Abschnitt der in Fig. 3 dargestellten Nockenwelle mit einem von einem Nockenwellenlagerbock umfassten Nockenträger;

Fig. 6 Schnittdarstellung des in Fig. 5 dargestellten Nockenträgers in der ersten Ventilhubsteuerposition;

30

Fig. 7 Schnittdarstellung des in Fig. 5 dargestellten Nockenträgers in der zweiten Ventilhubsteuerposition.

In den Figuren 1 bis 3 ist beispielhaft ein fremdgezündeter vierzylindriger Reihenverbrennungsmotor mit einem Zylinderkurbelgehäuse 30, mit einem darauf befestigtem Zylinderkopf 31 und mit einer Zylinderkopfhaube 33 dargestellt, die in bekannter herkömmlicher Weise ausgebildet sind. Pro Zylinder sind in bekannter nicht dargestellter Weise jeweils zwei Einlass- und zwei Auslassventile ausgebildet, wobei die Einlassventile von einer Einlassnockenwelle und die Auslassventile von einer Auslassnockenwelle 16 in bekannter Weise gesteuert betätigt werden. Hierzu sind die Einlassnockenwellen und die Auslassnockenwelle 16 parallel zur Motorlängsachse ausgerichtet und beiderseits der Zylinderreihe drehbar im Zylinderkopf 31 gelagert.

Die Auslassnockenwelle 16 und die Einlassnockenwelle, die aus einer Grundnockenwelle 1 und vier Nockenträgern 2 besteht, werden in bekannter, nicht näher dargestellter Weise angetrieben.

Figur 4 zeigt die Einlassnockenwelle, auf deren Grundnockenwelle 1 die vier als Hohlwellen ausgebildeten Nockenträger 2 axial beabstandet angeordnet sind. Die Nockenstücke 2 sind dabei auf der Grundnockenwelle 1 axial verschiebbar aber drehfest gelagert. Wie in den Figuren 3, 4, 5, 6 und 7 dargestellt ist an beiden Enden jedes Nockenträgers 2 ein Schneckentrieb mit einer als Vertiefung ausgebildeten Axialkurve 10 bzw. 11 angeordnet, die sich wendelförmig um die Nockenträgerachse windet.

Auf jedem Nockenträger 2 sind zwei Nocken angeordnet, wobei bei jedem Nocken aus dem gleichen Grundkreis axial versetzt zwei unterschiedliche Nockenlaufbahnen 6, 7 bzw. 8, 9 hervorgehen. Der zwischen den zwei Nocken gelegene zylindrische Bereich der Mantelfläche jedes Nockenstücks 2 ist als Lagerfläche für ein Nockenwellenlager 3 ausgebildet.

Wie in den Figuren 3, 5, 6 und 7 dargestellt ist jeder Nockenträger 2 mit dieser zylindrischen Lagerfläche in einem Nockenwellenlagerbock 3 des Zylinderkopfes 31 drehbar und axial verschiebbar gelagert.

Die beiden dem Nockenwellenlagerbock 3 zugewandten Stirnflächen der Nocken sind als Anlageflächen 18 und 19 ausgebildet. Dem entsprechend sind die den Nocken zugewandten Stirnflächen des Nockenwellenlagerbocks 3 als Anlagefläche 17 bzw. 20 ausgebildet. Der Abstand zwischen den beiden Anlageflächen 17 und 18 der Nocken ist dabei größer als der Abstand der Anlageflächen 19 und 20 des Nockenwellenlagerbocks 3.

Dabei entspricht der maximale Abstand, den die Anlageflächen 17 und 19, bzw. die Anlageflächen 18 und 20 voneinander aufweisen können, der Breite der Nockenlaufbahnen 6, 7, 8, 9, sowie der Wegstrecke, die ein Nockenträger durch die Axialkurven 10 und 11 der Schneckentriebe verschoben werden kann.

5 Die Gaswechselventile 27, 28 der Brennkraftmaschine werden von den Nocken über Schlepphebel 21 betätigt, die zur Reibungsreduzierung mit einer Rolle 23 ausgebildet sind.

Den Schlepphebeln 21, 22 zugeordnet ist in herkömmlicher bekannter Weise ein im Zylinderkopf ausgebildetes Spielausgleichselement 25 bzw. 26.

10

Wie in den Figuren 6 und 7 dargestellt weist die Innenseite der Nockenträger 2 zwei zueinander parallele, axial beabstandete, den gesamten Innenumfang des Nockenträgers umlaufende Rastrillen 34, 35 auf. Die Rastrillen sind näherungsweise v-förmig ausgebildet, wobei die Kanten der v-förmigen Rastrille abgerundet sind.

15

Die beiden Rastrillen 34, 35 sind mit von radial außen nach radial innen schräg verlaufenden Rillenwänden ausgebildet, die konische Flächen 36 bzw. 37 bilden, wobei die konische Fläche 36 der Rille 34 einen Steigungswinkel α zur Drehachse der Nockenwelle 1 und die Fläche 37 der Rille 35 einen Steigungswinkel β zur Drehachse der Nockenwelle 1 aufweist.

20

In der Nockenwelle ist - wie in den Figuren 5, 6, 7 dargestellt ist - in einer in radialer Richtung ausgebildeten Sackbohrung 38 eine Arretierkugel 40 bekannter Art verschiebbar gelagert. Die Arretierkugel 40 ist über einer Spiraldruckfeder 39, welche sich mit ihrem einen Ende in dem als Gegenlager ausgebildeten Boden der Sackbohrung 38 abstützt und welche sich mit dem anderen Ende an der Kugel 40 abstützt, derart vorgespannt, dass die Arretierkugel 40 nach radial außen gegen die radiale Innenfläche des Nockenträgers 2 vorgespannt an dieser anliegt.

25

30 Der Abstand der konischen Flächen 36 und 37 der beiden Rillen 34 bzw. 35 zueinander sowie die axiale Position der Sackbohrung 38 sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass bei Anlage der Anlagefläche 18 des Nockens 8 an der Anlagefläche 20 des Lagerbocks 3 die Arretierkugel 40 an der konischen Fläche 37 anliegt - wie in Figur 7 dargestellt ist - und dass bei Anlage der Anlagefläche 19 des Nockens 7 an der Anlagefläche 17 des Nockenlagerbocks 3 die Arretier-

35

kugel 40 an der konischen Fläche 36 der Rille 34 anliegt - wie in Figur 5 und Figur 6 dargestellt ist.

Auf diese Weise wird in der in den Figuren 5 und 6 dargestellten Position des Nockenträgers 2, in der die Anlagefläche 19 des Nockens 7 an der Anlagefläche 17 des Lagerbocks 3 anliegt, über die Arretierkugel 40 und die konische Fläche 36 der Umfangsrille 34 eine Axialkraft von der Nockenwelle 1 in den Nockenträger 2 eingeleitet, die in Gegenrichtung zu der von der vom Lagerbock 3 über die Anlagefläche 17 auf die Anlagefläche 19 des Nockens 9 einwirkenden Axialkraft gerichtet ist. Auf diese Weise ist der Nockenträger 2 für beide axiale Richtungen fixiert.

Bei der in Figur 7 dargestellten Position des Nockenträgers 2, in welcher die Anlagefläche 18 des Nockens 8 in Berührkontakt zur Anlagefläche 20 des Lagerbocks 3 steht, steht die Arretierkugel 40 in Berührkontakt zur konischen Fläche 37 der zweiten Umfangsrille 35, wodurch von der Nockenwelle 1 in den Nockenträger 2 eine Axialkraft eingeleitet wird, die der von der Anlagefläche 20 des Lagerbocks 3 über die auf die Anlagefläche 18 des Nockens 8 einwirkenden Axialkraft entgegengerichtet ist. Auch in dieser Betriebsposition ist der Nockenträger 2 axial in beide Richtungen fixiert.

Eine gegenüber dem Zylinderkopf unterschiedliche Ausdehnungen der Grundnockenwelle bewirkt lediglich ein geringfügiges Verschieben des Kontaktpunktes zwischen der Kugel 40 und der konischen Fläche 36 (erste Position wie in Figur 6 dargestellt) oder der konischen Fläche 37 (zweite Position wie in Figur 7 dargestellt). Dabei wird weiterhin über die Kugel 40 entsprechend der Neigung α bzw. β der konischen Flächen 36, 37 die erforderliche Axialkraft in den Nockenträger 2 eingeleitet.

Die Verstellung der Hubventilsteuerung von dem in den Figuren 5 und 6 dargestellten Betriebszustand in den in Figur 7 dargestellten Betriebszustand erfolgt dadurch, dass - wie in Figur 6 dargestellt ist - der Mitnehmerstift 14 eines im Zylinderkopf 31 angeordneten elektrischen Aktuators, welcher der Axialkurve 10 zugeordnet ist, in die als Vertiefung ausgebildete Axialkurve 10 eingreift. Durch die Drehung der Nockenwelle 1 und des Nockenträgers 2 wird durch Berührkontakt zwischen dem Mitnehmerstift 14 und den Rillenwänden der Axialkurve 10 der Nockenträger 2 axial soweit nach links verschoben, bis die durch die Feder 39 vorgespannte Kugel 40 in die Rille 35 des Nockenträgers 2 überläuft.

Während die Kugel 40 bei weiterem axialen Verschieben des Nockenträgers 2 entlang der konischen Fläche 37 abrollt, bewegt sich die Anlagefläche 18 des

Nockens 8 auf die Anlagefläche 20 des Lagerbocks 3 zu und gerät mit dieser in axialen Berührkontakt. Die Kugel 40 steht dabei immer noch in axialem Berührkontakt mit der Anlagefläche 37. Der Nockenträger 2 ist axial fixiert. Der Mitnehmerstift 14 wird mittels des elektrischen Aktuators 12 in bekannter Weise wieder aus der als Umfangsrille ausgebildeten Axialkurve 10 herausgezogen.

Zur Verstellung der Hubventilsteuerung von dem in Figur 7 dargestellten Betriebszustand für die Hubventilsteuerung in die in den in Figur 5 und Figur 6 dargestellten Betriebszustand wird der Mitnehmerstift 15 eines der Axialkurve 11 zugeordneten und im Zylinderkopf 31 angeordneten elektrischen Aktuators 13 vom Aktuator in die als Vertiefung ausgebildete Axialkurve 11 eingeführt.

Durch die Drehung der Nockenwelle 1 wird über den Berührkontakt zwischen den Rillenwänden der Axialkurve 11 und dem Mitnehmerstift 15 der Nockenträgers 2 in Figur 7 axial nach rechts verschoben, so dass die Arretierkugel 40 entlang der Kontur der konischen Fläche 37 entgegen der Federkraft der Feder 39 zunächst aus der Rille 35 herausrollt bis die Arretierkugel 40 entlang der Kontur der konischen Fläche 36 in die Rille 34 durch die Rückstellkraft der Feder 39 eindringt und die Anlagefläche 17 des Nockens 7 in Berührkontakt mit der Anlagefläche 19 des Lagerbocks 3 kommt. Der Berührkontakt zwischen Mitnahmekugel 40 und konischer Fläche 36 bleibt erhalten. Der Nockenträger 2 ist durch die Anlage zwischen Anlagefläche 17 des Nockens 7 und der Anlagefläche 19 des Lagerbocks 3 einerseits und durch die Anlage zwischen Konus 36 und Arretierkugel 40 andererseits axial in beide Richtungen fixiert. Der Mitnehmerstift 15 wird mit Hilfe des elektrischen Aktuators 13 in bekannter Weise aus der Umfangsrille der Axialkurve 11 herausgezogen.

Die Betätigung der elektrischen Aktuatoren wird in bekannter, nicht näher dargestellter Weise vom nicht dargestellten Motorsteuergerät gesteuert.

Die Winkel α und β werden dabei so - je nach individuellem Erfordernis - dimensioniert, dass die erforderliche axiale Fixierkraft in den Betriebsstellungen für die Hubventilsteuerung gewährleistet und ein Lösen der Arretierverbindung nach Eingriff der Mitnehmerstifte 14 bzw. 15 in die Umfangsrillen 10 bzw. 11 beim Verdrehen der Nockenwelle 1 in deren Betriebsrichtung sichergestellt ist. Beispielsweise sind die Winkel α und β gleich groß zwischen 15° und 45° beispielsweise zu jeweils 30° gewählt.

5 Auch wenn in den dargestellten Ausführungsbeispielen die konischen Flächen 36 und 37 längs ihrer axialen Erstreckung jeweils einen konstanten Steigungswinkel α und β aufweisen, ist es auch denkbar - soweit ein dynamischer Axialkraftverlauf sinnvoll ist -, die Steigung einer oder beider konischen Flächen 36 und 37 mit in axialer Richtung stetig veränderlichem Steigungswinkel α bzw. β auszubilden.

10 Die vier Nockenträger 2 der in den Figuren 3 und 4 dargestellten Nockenwelle 1, können auf diese Weise individuell durch die zugeordneten Aktuatoren 12 bzw. 13 zwischen ihren beiden Betriebspositionen zur Hubventilsteuerung verstellt werden.

15 Eine derartige Ausbildung der Verstellung der Hubventilsteuerung ist sowohl für eine lediglich Einlassventile steuernde Einlassnockenwelle 1 als auch auf einer lediglich Auslassventile steuernde Auslassnockenwelle 16 möglich. Ebenso ist es möglich, eine derartige Ausbildung auch auf einer Nockenwelle vorzusehen, die sowohl Einlassventile als auch Auslassventile steuert.

20 Bei einem Verbrennungsmotor, der - wie in den Figuren 1 bis 3 dargestellt ist - zwei Nockenwellen 1 und 16 aufweist, von denen die eine lediglich zur Steuerung der Einlassventile und die andere lediglich zur Steuerung der Auslassventile ausgebildet ist, ist es möglich die in den obigen Ausführungen dargestellte Verstellung der Hubventilsteuerung lediglich an einer der beiden Nockenwellen oder
25 aber an beiden Nockenwellen auszubilden.

Eine derartige Ausbildung einer gesteuerten Verstellung der Hubventilsteuerung ist auch an Verbrennungsmotoren mit mehr oder weniger Zylindern als die im Ausführungsbeispiel dargestellten vier Zylinder möglich. Eine derartige Ausbildung der gesteuerten Verstellung der Hubventilsteuerung ist auch an unterschiedlichen Zylinderanordnungen von Motoren möglich, beispielsweise bei Reihenmotoren, V-Motoren oder VR- oder W-Motoren. Die dargestellte Hubventilsteuerungsverstellung ist sowohl an fremdgezündeten als auch an selbstgezündeten Verbrennungsmotoren möglich.

30

35

5

Patentansprüche

- 10 1. Ventiltrieb einer einen Zylinderkopf aufweisenden Brennkraftmaschine mit mindestens einer Nockenwelle (1), auf der drehfest und axial verschiebbar mindestens ein Nockenträger (3) angeordnet ist,
- 15 • wobei der mindestens eine Nockenträger (3) mindestens einen Nocken (5, 6) aufweist, auf dem mindestens zwei unterschiedliche Nockenlaufbahnen (5.1, 5.2, 6.1, 6.2) ausgebildet sind,
- wobei der mindestens eine Nockenträger (2) zur Lagerung der mindestens einen Nockenwelle (1,16) von mindestens einem zylinderkopffesten Nockenwellenlager (3) umfasst ist,
- 20 • wobei Mittel zum axialen Verschieben des mindestens einen Nockenträgers (2) gegenüber der mindestens einen Nockenwelle (1) zwischen einer ersten axialen Position und mindestens einer zweiten axialen Position vorgesehen sind,
- dadurch gekennzeichnet,
- 25 • dass in der ersten axialen Position des Nockenträgers eine erste nocken-trägerfeste Anschlagfläche (17) an einer ersten zylinderkopffesten Anschlagfläche anliegt,
- dass in der zweiten axialen Position des Nockenträgers eine zweite nocken-trägerfeste Anschlagfläche (18) an einer zweiten zylinderkopffesten Anschlagfläche anliegt, und
- 30 • dass zwischen Nockenwelle (1) und Nockenträger (2) Mittel zum Aufbringen einer axialen Spannkraft ausgebildet sind, wobei die axiale Spannkraft den Nockenträger im Bereich der ersten axialen Position in Richtung der

ersten axialen Position verschiebt, und im Bereich der zweiten axialen Position in Richtung der zweiten axialen Position verschiebt.

2. Ventiltrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erstenockenträgerfeste axiale Anschlagfläche (17) und die zweite nockenträgerfeste Anschlagfläche (17) Seitenflächen des mindestens einen Nockens sind.
5
3. Ventiltrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste zylinderkopffeste Anschlagfläche und die zweite zylinderkopffeste Anschlagfläche Seitenflächen des mindestens einen Nockenwellenlagers sind.
4. Ventiltrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass
10 das Mittel zum Aufbringen einer axialen Spannkraft von der Grundnockenwelle (1) auf den Nockenträger (2) als Rastvorrichtung ausgebildet ist.
5. Ventiltrieb nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rastvorrichtung ein in der Nockenwelle (1) angeordnetes, in radialer Richtung beweglich
15 gelagertes Rastmittel (40) aufweist, wobei das Rastmittel (40) durch eine Kraft in radialer Richtung nach außen gegen die Innenfläche des Nockenträgers (2) gedrückt wird, und dass an der Innenseite des Nockenträgers (2) mindestens zwei umlaufende und axial beabstandet Rastrillen (36,37) ausgebildet sind, und dass die Rastrillen (36,37) v-förmig im Nockenträger ausgebildet sind, wodurch beide Seiten der Rastrille für das Rastmittel (40) eine Rampe bilden.
6. Ventiltrieb nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die radial gerichtete Kraft die Rückstellkraft eines Federelementes ist.
20
7. Ventiltrieb nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Arretiermittel (40) ein Arretierbolzen ist, und dass die den Rastrillen zugewandte Seite des Arretierbolzens abgerundet ist.
8. Ventiltrieb nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Arretiermittel eine Arretierkugel (40) ist.
25
9. Ventiltrieb nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf der mindestens einen Grundnockenwelle (1) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine ein Nockenträger (2) angeordnet ist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/002758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F01L13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 359 970 A (KREBS WINFRIED) 1 November 1994 (1994-11-01) the whole document ---	1
A	DE 199 08 286 A (PORSCHE AG) 31 August 2000 (2000-08-31) the whole document ---	1
A	EP 0 798 451 A (PORSCHE AG) 1 October 1997 (1997-10-01) cited in the application the whole document -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 June 2004

Date of mailing of the international search report

09/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Klinger, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. No.

Application No

PCT/EP2004/002758

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5359970	A	01-11-1994	DE 4236655 A1	05-05-1994
			DE 59301164 D1	25-01-1996
			EP 0595060 A1	04-05-1994
			JP 6212923 A	02-08-1994
DE 19908286	A	31-08-2000	DE 19908286 A1	31-08-2000
EP 0798451	A	01-10-1997	DE 19611641 C1	05-06-1997
			DE 59700135 D1	27-05-1999
			EP 0798451 A1	01-10-1997
			JP 10008928 A	13-01-1998